

PENGARUH KATALIS PADA PEMBUATAN MARMER SINTETIS DARI LIMBAH MARMER

Oleh

Sintha Soraya Santi

Teknik Kimia – FTI UPNV Jawa Timur

e-mail : sinthaay@gmail.com

ABSTRACT

The aim is to utilize waste synthetic marble made of marble and study the effect of these variables marble grain size, amount of catalyst and heavy marble grain on the compressive strength, the wear and water absorption.

Materials - the materials used, among others; a. Marble waste, which is obtained from the village Besole, Tulungagung, b. Synthetic Resin (R-154) already in accelerasi. C). Catalyst acid (HCl) with $\text{pH} \pm 4.5$.

Tools - tools used are a). Machine press with a maximum capacity of 60 tons that have hit the maximum scale division 500 kg.b). Pengaus machine or abrasive objects that can rub try with 3.33 kg load and speed of 49 meters per minute wear. C). Matter. D). Pestle., e). Measuring cup. F). Analytical Balance.

Research variables are specified condition that is a). Temperature = 30 o C, b). Resin volume = 40 ml; c). The samples sizes are: Diameter = 5.08 cm, Height = 2 cm; (surface area = 40.5161 cm²); d). Time = 4 hours

The treatments are carried out is a). Size Pellets Marble = (10, 16, 20, 35, 48) mesh, b). Catalyst amount = (0.2; 0.4; 0.6, 0.8; 1.0) ml; c). Marble Grain weight = (50, 55, 60; 65; 70) grams.

Keywords: marble grain size, amount of catalyst and heavy grain marble.

PENDAHULUAN

Salah satu jenis batuan metamorfosa adalah batuan marmer. Proses metamorfosa ini diakibatkan tekanan dan panas yang berada jauh dibawah permukaan bumi. Proses inilah yang membuat batu kapur sangat padat dan keras sehingga menjadi batu marmer atau batu pualam.

Marmer sintetis pertama kali dibuat didaerah Klaten dengan menggunakan perekat – perekat putih telur itik atau putih telur ayam kampung, yang dikenal dengan nama marbut atau marmer buatan. Adonan marbut terdiri dari tepung kaca sebagai bahan pengeras dan bubuk kerang atau fosil untuk mengimbangi kekerasan tepung kaca supaya tidak getas atau mudah pecah. Agar semua bahan merekat kuat digunakan putih telur ayam kampung. Tepung kalsit ditambahkan supaya cepat kering. Adonan

ini sifatnya ditekan atau dipanaskan seperti proses terbentuknya marmer asli.

Pada penelitian ini memanfaatkan limbah marmer yang bentuknya berupa lempengan–lempengan atau berupa butiran–butiran kecil maupun butiran– butiran yang sangat kecil. Limbah marmer ini banyak ditemukan didepan rumah – rumah penduduk didaerah pertambangan marmer Besole, Tulungagung. Ada sekitar 32 pengrajin marmer yang berskala besar dan kecil di desa Besole Tulungagung, yang setiap harinya bisa menghasilkan sampai 0,5 m³ limbah marmer untuk pengrajin yang berskala kecil dan kurang lebih 0,5 sampai 1 m³ limbah marmer untuk pengrajin yang berskala besar (Penelitian, 2002). Limbah marmer tersebut bisa dimanfaatkan atau diolah, yaitu dengan jalan merekatkan butiran – butiran marmer tersebut dengan menggunakan bahan kimia

yang disebut *resin* dan katalis HCl. Penambahan katalis HCl ini bertujuan untuk mempercepat proses pengerasan (*hardening*) dari resin yang digunakan. Alasan pembuatan marmer sintesis dengan menggunakan perekat bahan kimia ini, pertama karena putih telur itik atau putih telur ayam kampung sulit didapat sehingga harganya mahal dipasaran, kedua putih telur itik atau ayam kampung bergizi tinggi sehingga lebih baik digunakan sebagai bahan makanan sehari – hari yang banyak mengandung protein.

Marmer sintesis yang dibuat pada penelitian ini akan diuji kuat tekan, daya aus dan penyerapan airnya. Penambahan katalis sangat berpengaruh pada hasil cetakan. Karena katalisnya yang mempengaruhi cepat tidaknya proses pengerasan pada benda uji. Daya aus dan kuat tekanlah yang menentukan baik tidaknya marmer sintesis yang dibuat, bila dibandingkan dengan marmer alamiah.

Resin

Resin alam adalah senyawa karbon yang mengandung oksigen dan nitrogen, secara umum resin alam adalah berupa cairan kental yang lengket atau sifatnya semua liquid. Dan resin ini akan mengeras perlahan – lahan bila terkena udara terbuka. Berwarna agak kuning dan tidak larut dalam air, tetapi terlarut habis dalam CS₂ dan beberapa pelarut seperti benzen, alkohol, dan ether.

Resin sintesis dikembangkan oleh Leo Hemdrik Bakeland pada tahun 1909. Materialnya dibuat dari Phenol dan Formal Dehida. Ternyata resin sintesis mempunyai kesamaan dengan resin alam.

Resin berguna sebagai perekat butiran – butiran sehingga menjadi bentuk tertentu yang diinginkan. Resin akan bekerja sebagai perekat secara cepat bila kerja resin dibantu oleh katalis. Kerja resin lebih sempurna lagi atau proses *hardening* sempurna, bila ada *accelerator* atau panas.

Resin yang digunakan dalam penelitian ini termasuk resin sintesis yaitu

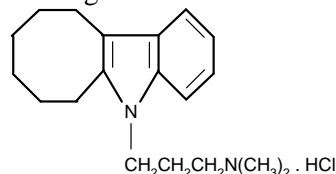
jenis R – 154 yang mempunyai karakteristik sebagai berikut :

Nama Kimia : 1-(3-dimethylaminopropyl)-2,3-hexamethyleneindole;
5-[3-(dimethylamino)-propyl]-6,7,8,9,10,11-hexahydro-5H-cyclooct [b] indole.

Rumus Kimia : C₁₉H₂₉Cl N₂

Berat Molekul : 320,92

Rumus bangun :



Dalam keadaan biasa berbentuk cairan kental dengan karakteristik bau yang menyengat. ("The Merk Index an Encyclopedia of Chemical & Drug").

Proses pengerasan dari resin yang dicampur dengan marmer perlu dikendalikan agar didapat kondisi yang terbaik. Proses pengentalan dan pengerasan ini disebut dengan *Curing Reaction*.

Ada beberapa tahap *Curing Reaction* :

1. Gel Time (waktu gelling)

Adalah penambahan *accelerator* sampai berbentuk *soft gel* atau saat resin membentuk gel.

2. Hardening Time (waktu pengerasan)

Adalah waktu yang diperlukan oleh resin untuk menuju suatu bentuk yang diinginkan untuk memperbaiki proses *Gel Time* dan *hardening time* dilakukan dengan hot curing atau cold curing. Hot curing adalah perbaikan peristiwa gelatin dan *hardening* (percepatan pengerasan dan penyempurnaan pengerasan) pada resin dengan menggunakan katalis dan pemanasan, sedangkan cold curing adalah perbaikan peristiwa gelatin dan *hardening* (percepatan pengerasan dan penyempurnaan pengerasan) pada resin dengan menggunakan katalis dan *accelerator*.

Katalis

Fungsi katalis adalah untuk mempercepat proses pengerasan atau proses hardening resin. Katalis yang digunakan pada resin akan membebaskan panas dan panas itulah yang mempercepat proses penyatuan dan pengerasan campuran butiran marmer.

Katalis yang dapat digunakan adalah jenis katalis pasta H, katalis liquid H, katalis liquid L, katalis liquid M dan katalis liquid O. Katalis L, M dan O merupakan turunan *methyl-ethyl keton peroxida* (MEKP). Perbedaan katalis pasta dan katalis liquid terletak pada aktivitasnya dalam mempengaruhi kecepatan pengerasan resin. Katalis liquid jauh lebih bagus dibanding katalis pasta, karena liquid jauh lebih bagus dibandingkan katalis pasta, karena pot life-nya hanya ± 6 jam sedangkan pot life katalis pasta adalah ± 8 jam. Disamping itu katalis liquid lebih mudah terdistribusi merata dalam campuran daripada katalis pasta.

Katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah katalis liquid, kemungkinan bisa L, M atau O. Konsentrasi katalis liquid L didalam resin ± 1 % berat, sedangkan konsentrasi katalis liquid M dan O ± 2 % berat. ("Polyester Handbook").

Accelerator

Dalam proses dingin, accelerator berfungsi sebagai pengganti panas, yaitu untuk menaikkan temperatur sehingga proses gelling lebih cepat dan cairan resin dapat berubah bentuknya menjadi gel. Maka semakin banyak accelerator yang ditambahkan akan memberikan waktu gelling yang lebih cepat dan hasil yang lebih baik. Proses gelling yang baik akan mengakibatkan proses hardening dan maturing berlangsung baik juga.

Dipasaran accelerator dicampur langsung dengan resin, untuk menghindari reaksi yang eksplotif. Jenis accelerator adalah accelerator E, G atau R. Accelerator E adalah yang paling banyak digunakan, mengandung 0,4 % cobalt sebagai aktoat

dalam larutan strene, sedangkan accelerator G dan R masing – masing mengandung 1 % dan 6 % ("Polyester Handbook").

Kualitas bahan yang akan dibuat, khususnya kuat tekan dan daya ausnya dipengaruhi faktor – faktor sebagai berikut :

1. Ukuran Butir

Bila ukuran butir kecil, kuat tekannya tinggi dan % keausannya turun. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran butir luas permukaannya besar, sehingga butiran itu bersatu dengan kompak yang menyebabkan kuat tekannya tinggi dan % keausannya rendah.

2. Jumlah Katalis

Bila perbandingan jumlah katalis dan jumlah resin lebih dari 2 %, maka proses gelling berlangsung sangat cepat sehingga gas yang berada disekitar butiran – butiran tidak sempat keluar. Yang menyebabkan terbentuknya rongga – rongga didalam dan permukaan marmer sintesis.

3. Jumlah Resin

Jumlah resin yang banyak menimbulkan kuat tekan yang tinggi dan daya aus yang rendah. Hal ini disebabkan makin kompaknya butiran – butiran, karena resin yang bertindak sebagai perekat mampu mengisi rongga – rongga antar butiran. Dengan demikian kuat tekannya tinggi dan daya ausnya rendah.

4. Kandungan Air

Air yang terdapat pada bahan akan menurunkan kuat tekan dan menaikkan daya ausnya karena air kristal ini akan menghambat daya rekat resin dengan butiran marmer. Kandungan air kristal yang kecil menyebabkan padatan kompak sehingga kuat tekannya tinggi dan daya ausnya rendah.

Mutu marmer harus memenuhi syarat – syarat fisis seperti tertera pada tabel 1

Tabel 1. Syarat – syarat Fisis Mutu Marmer

	Marmer Untuk Lantai		Marmer Untuk Batu Tempel / hias	
	Beban Hidup (Kg/m^2)		Konstruksi	
	>250 *	<250 **	Luar	Dalam
Penyerapan air Max (%)	0,75	0,75	0,75	1
Kuat Tekan Minimal (Kgf/cm^2)	800	800	600	500
Ketahanan Aus Max (mm/menit)	0,13	0,16	-	-
Kekekalan bentuk	Tidak cacat	Tidak cacat	Tidak cacat	Retak kecil***

Keterangan :

* : Ruang – ruang umum, gedung pertemuan, koridor, hotel, toko atau pasar dll.

** : Rumah tinggal biasa, kamar hotel, ruang kantor (bukan umum) dll.

*** : Retak – retak kecil yang tidak tembus atau tidak akan menyebabkan rapuh.

METODE PENELITIAN

Tujuan penelitian untuk memanfaatkan limbah marmer dibuat marmer sintetis dan mempelajari pengaruh variabel-variabel ukuran butiran marmer, jumlah (volume) katalis dan berat butiran marmer terhadap kuat tekan, daya aus dan penyerapan airnya.

Bahan – bahan yang digunakan antara lain; a. Limbah marmer, yang didapat dari desa Besole, Kab. Tulungagung, b. Resin Sintetis (R-154) sudah di accelerasi. c. Katalis asam (HCl) dengan $\text{pH} \pm 4,5$.

Alat yang digunakan adalah a). Mesin tekan dengan kapasitas maximum 60 ton yang mempunyai pembagian skala tekan maximum 500 kg. b). Mesin pengaus atau penggosok yang dapat menggosok benda coba dengan beban 3,33 kg dan kecepatan aus 49 meter tiap menit. c). Cetakan. d).

Penumbuk., e). Gelas ukur. f). Neraca analitis.

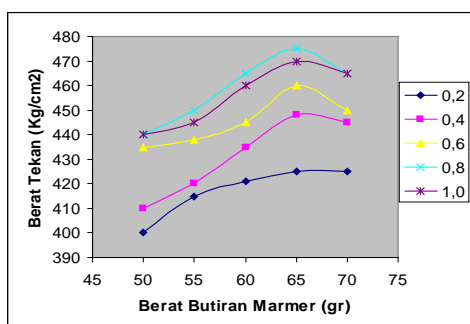
Variabel penelitian adalah kondisi yang ditetapkan yaitu 1). Temperatur = 30°C , 2). Volume resin = 40 ml, 3). Ukuran Benda Uji, yaitu: Diameter = 5,08 cm; Tinggi = 2 cm; (Luas permukaan = $40,5161 \text{ cm}^2$), 4). Waktu = 4 jam

Perlakuan yang dilaksanakan adalah 1) Ukuran Butiran Marmer = (10, 16, 20, 35, 48) mesh, 2). Jumlah Katalis = (0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0,8 ; 1,0) ml, 3). Berat Butiran Marmer = (50 ; 55 ; 60 ; 65 ; 70) gram.

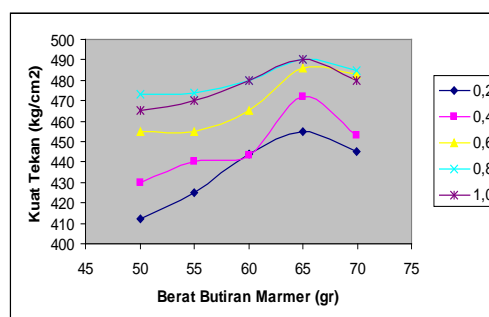
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kuat Tekan

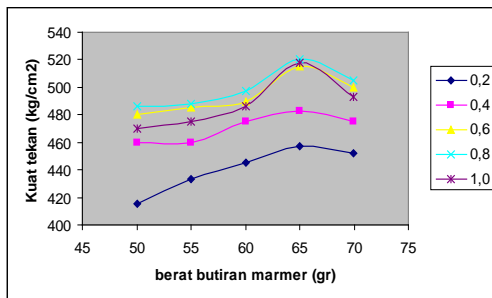
Dari hasil pengujian dengan alat uji kuat tekan didapatkan kuat tekan benda uji dalam kg/cm^2 yang dapat dilihat pada grafik 1 sampai dengan grafik 5 dibawah ini :



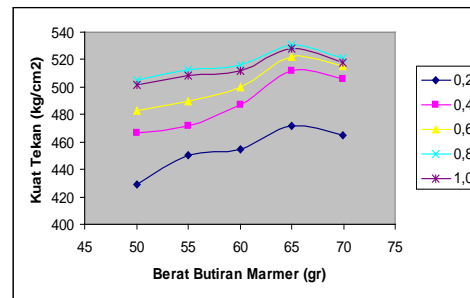
Grafik 1. Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap kuat tekan pada ukuran 1,321 mm



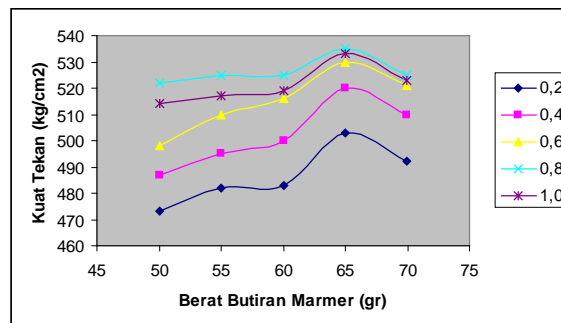
Grafik 2 Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap kuat tekan pada ukuran 0,912 mm



Grafik 3 Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap kuat tekan pada ukuran 0,625 mm



Grafik 4 Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap kuat tekan pada ukuran 0,356 mm



Grafik 5 Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap kuat tekan pada ukuran 0,251 mm

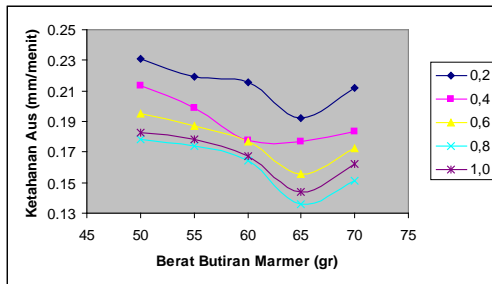
Pembahasan

Dari grafik1 sampai dengan Grafik 5, diatas menunjukkan bahwa semakin besar ukuran butiran marmer, semakin kecil kuat tekan. Karena semakin kecil ukuran butiran marmer, maka luas bidang kontak antara marmer dan resin semakin besar. Dengan demikian perekatan antara butiran marmer dan resin akan semakin kuat, sehingga kuat tekannya juga semakin besar. Semakin besar jumlah butiran marmer yang digunakan, kuat tekan dari bahan semakin naik. Tetapi setelah melewati titik tertentu kuat tekannya menurun. Semakin banyak butiran marmer yang ditambahkan didalam campuran (bahan), maka elektron bebas yang ada pada resin berikatan semua dengan kation – kation yang terkandung dalam butiran marmer, membentuk suatu ikatan yang kompleks. Semakin kompleks ikatan molekul dalam bahan maka kuat tekan dari bahan semakin tinggi. Tetapi jika jumlah butiran marmer terlalu berlebih justru bahan rapuh, karena tidak semua kation dalam butiran marmer bisa terikat

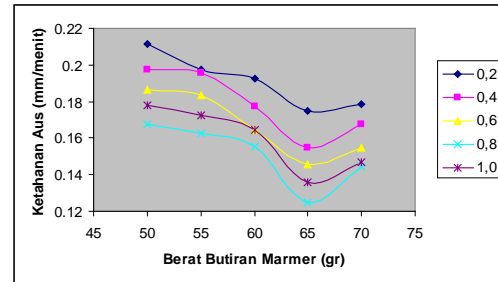
oleh resin. Sehingga butiran marmer mudah lepas. Semakin besar volume katalis yang digunakan, semakin besar kuat tekan. Tetapi setelah melewati titik tertentu, kuat tekan cenderung turun. Dengan jumlah katalis terlalu banyak, maka proses pengerasan dari resin akan semakin cepat. Sehingga gas dan air yang terkandung didalam bahan tidak sempat keluar, yang akan menyebabkan terjadinya gelembung–gelembung didalam bahan. Inilah yang menyebabkan pada penambahan katalis dengan jumlah yang berlebih, kuat tekannya cenderung turun.

Pengujian Daya Aus

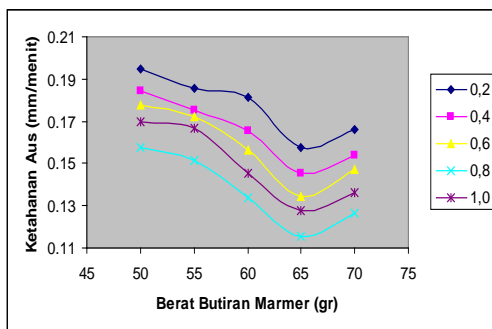
Dari pengujian dengan menggunakan alat pengaus, didapatkan daya aus dari benda uji dalam mm/menit pada grafik 6 sampai dengan grafik 10 dibawah ini :



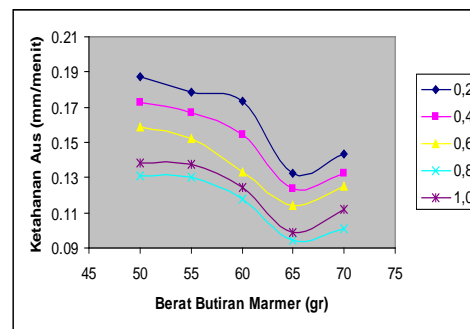
Gbr IV.2.a. Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap Ketahanan Aus pada ukuran butiran 1,321mm



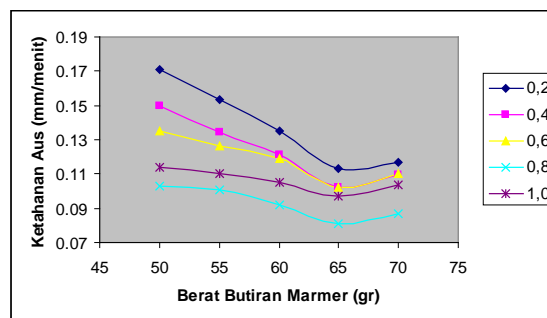
Grafik 7. Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap Ketahanan Aus pada ukuran butiran 0,912mm



Grafik 8. Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap Ketahanan Aus pada ukuran butiran 0,625mm



Grafik 9. Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap Ketahanan Aus pada ukuran butiran 0,356mm



Grafik 10. Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap Ketahanan Aus pada ukuran butiran 0,912mm
Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap Ketahanan Aus pada ukuran butiran 0,251mm

Pembahasan

Dari Grafik 6 sampai dengan Grafik 10, diatas dapat dilihat, semakin besar ukuran butiran marmer, ketahanan aus semakin naik. Karena semakin kecil ukuran butiran marmer, maka luas bidang kontak antara marmer dan resin semakin besar. Dengan demikian perekatan antara butiran marmer dan resin akan semakin kuat,

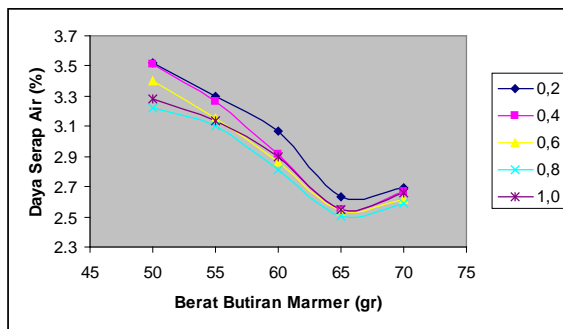
sehingga ketahanan aus kecil. Semakin banyak butiran marmer-marmer yang digunakan, ketahanan aus dari sample semakin kecil. tetapi setelah melewati titik tertentu keausan semakin naik. Semakin banyak butiran marmer yang ditambahkan didalam campuran (bahan), maka elektron bebas yang ada pada resin berikatan semua dengan kation – kation yang terkandung

dalam butiran marmer, membentuk suatu ikatan yang kompleks. Semakin kompleks ikatan molekul dalam bahan, maka bahan tersebut semakin tahan terhadap aus. Semakin besar jumlah katalis yang digunakan, ketahanan aus semakin kecil. Tetapi setelah melewati titik tertentu ketahanan aus cenderung naik lagi. Dengan jumlah katalis terlalu banyak, maka proses pengerasan dari resin akan semakin cepat. Sehingga udara dan air yang terkandung didalam bahan tidak sempat keluar, yang akan menyebabkan terjadinya gelembung –

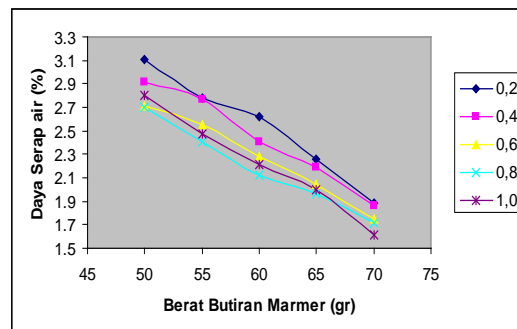
gelembung didalam sampel dan permukaan dari sampel menjadi kasar. Inilah yang menyebabkan pada penambahan katalis dengan jumlah yang berlebih, ketahanan aus dari sampel cenderung naik.

Pengujian Serap Air

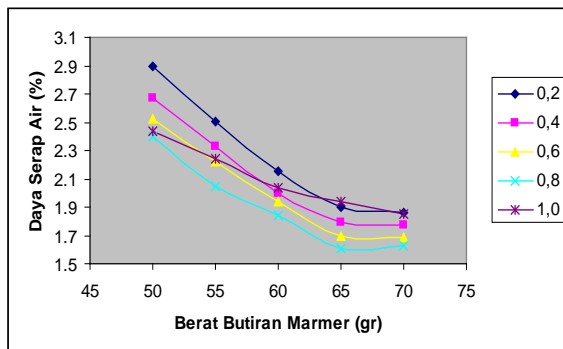
Setelah direndam air selama 48 jam dan dihitung % penyerapan air, diperoleh % penyerapan air seperti pada grafik 11 sampai dengan grafik 15



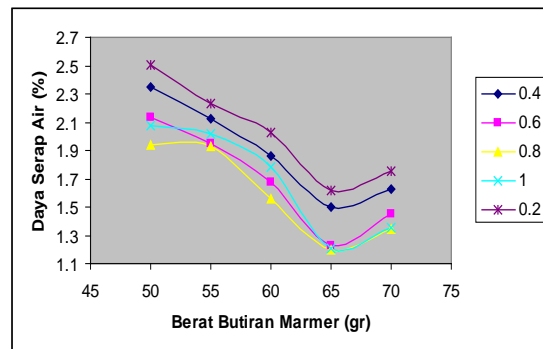
Grafik 11` Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap daya serap air pada ukuran butiran 1,321 mm



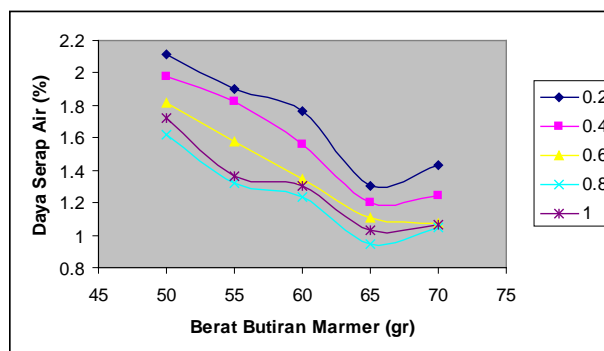
Grafik 12 Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap daya serap air pada ukuran butiran 0,912 mm



Grafik 13 Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap daya serap air pada ukuran butiran 0,625 mm



Grafik 14 Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap daya serap air pada ukuran butiran 0,356 mm



Grafik 15 Hubungan berat butiran dan Jumlah katalis Terhadap daya serap air pada ukuran butiran 0,251 mm

Pembahasan

Dari grafik 11 sampai dengan grafik 15, diatas dapat dilihat, semakin besar ukuran butiran marmer, 5 penyerapan airnya semakin besar. Semakin besar jumlah butiran marmer yang ditambahkan % penyerapan air dari bahan semakin kecil. Tetapi setelah melewati titik tertentu % penyerapan airnya kembali naik. Dan semakin besar jumlah katalis yang ditambahkan, % penyerapan air dari bahan semakin kecil, tetapi setelah melewati titik tertentu % penyerapan airnya kembali naik. Karena bila jumlah katalis yang ditambahkan terlalu banyak maka proses pengeraan dari bahan akan semakin cepat. Sehingga gas yang terbentuk dan air yang ada didalam bahan tidak sempat keluar, yang akan menimbulkan gelembung dan rongga pada bahan, yang akan menyebabkan % penyerapan airnya naik.

KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat diambil kesimpulan limbah marmer dapat dimanfaatkan lagi menjadi bahan cetakan dengan jalan merekatkan butiran – butiran dari limbah marmer dengan resin R-154 yang telah diaccelerasi dan menggunakan katalis asam (HCl). Hasil terbaik dicapai pada jumlah katalis = 0,8 ml, ukuran butiran marmer = 0,356 mm dan berat butiran marmer = 65 gram.

Hasil yang dicapai pada variabel tersebut untuk kuat tekan = 535 kg/cm^2 , ketahanan aus = 0,0812 cm/menit dan daya serap air = 0,9439 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewan Standarisasi Nasional, 1987. **Mutu dan Cara Uji Marmer**, SIN 13-0089-1987.
- Departemen Perindustrian dan Perdagangan, 1998. **Pengembangan Pembuatan Ubin Marmer dengan Memanfaatkan Limbah Pengolahan Marmer**, Balai Perindustrian Ujung Pandang, Sulawesi Selatan.
- Kirk-Othmer, **Encyclopedia of Chemical Technology**, 3th ed, Vol. 23, pp 225 Mc Graw Hill inc, New York.
- M. Considine, Douglas, 1974. **Chemical and Process Technology encyclopedia**, pp 685 – 690, 974 – 980, Mc Graw Hill inc, New York.
- Malcom, P, Stevent, 1975. **Polymer Chemistry**, Addison Wesley, inc, Canada.